



NATIONAL RESEARCH
UNIVERSITY

Лекция по эконометрике №8, 3 модуль

Системы одновременных уравнений -2

Демидова

Ольга Анатольевна

https://www.hse.ru/staff/demidova_olga

E-mail:demidova@hse.ru

01.03.2021

- 1) Способы оценки систем одновременных уравнений
- 2) 2-х шаговый МНК
- 3) 3-х шаговый МНК
- 4) Внешне не связанные уравнения (SUR – seemingly unrelated regressions)

Общий случай системы одновременных уравнений

Структурная форма системы уравнений

$$\begin{cases} \beta_{11}Y_{1t} + \beta_{12}Y_{2t} + \dots + \beta_{1m}Y_{mt} + \gamma_{11}X_{1t} + \dots + \gamma_{1k}X_{kt} = \varepsilon_{1t} \\ \beta_{21}Y_{1t} + \beta_{22}Y_{2t} + \dots + \beta_{2m}Y_{mt} + \gamma_{21}X_{1t} + \dots + \gamma_{2k}X_{kt} = \varepsilon_{2t} \\ \vdots \\ \beta_{m1}Y_{1t} + \beta_{m2}Y_{2t} + \dots + \beta_{mm}Y_{mt} + \gamma_{m1}X_{1t} + \dots + \gamma_{mk}X_{kt} = \varepsilon_{mt} \end{cases}$$

Общий случай системы одновременных уравнений

Проблемы идентификации коэффициентов структурной формы.

$BY_t + \Gamma X_t = \varepsilon_t$ – структурная форма,

$Y_t = \Pi X_t + v_t$ – приведенная форма.

В приведенной форме m_k коэффициентов.

В общем случае исходная система не идентифицируема.

Но если на коэффициенты структурной формы наложены дополнительные ограничения (например, много нулей), то иногда можно оценить коэффициенты структурной формы.

Условие порядка идентификации одного уравнения

Число исключенных из уравнения экзогенных переменных + число исключенных их уравнения эндогенных переменных \geq число уравнений – 1.

Или

Число нулевых коэффициентов в уравнении \geq число уравнений – 1.

Это условие порядка легко проверить.

Условие ранга (необходимое и достаточное условие идентификации) – см. лекцию 7, модуль 3.

Виды уравнений

- Если для уравнения выполняются условия порядка и ранга, причем условие порядка со знаком $=$, т.е. $K-p = q-1$, то это уравнение является точно идентифицируемым.
- Если для уравнения выполняются условия порядка и ранга, причем условие порядка со знаком $>$, т.е. $K-p > q-1$, то это уравнение является сверхидентифицируемым.
- Если для уравнения не выполняется условие порядка или условие ранга, то это уравнение называется не идентифицируемым.

Способы оценки систем одновременных уравнений

- Если все уравнения точно идентифицируемы, то применяется косвенный метод наименьших квадратов. Оцениваются уравнения приведенной формы и из них выражаются коэффициенты структурной формы.
- Если среди уравнений есть сверхидентифицируемые, то применяется двухшаговый МНК. Каждый Y в уравнении, кроме Y с коэффициентом 1, заменяется на оценку Y из уравнения регрессии на все X . И оценивается каждое уравнение регрессии.

Трехшаговый МНК. Общий вид системы уравнений

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_M \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{Z}_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \mathbf{Z}_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \mathbf{Z}_M \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_M \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \epsilon_1 \\ \epsilon_2 \\ \vdots \\ \epsilon_M \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{y} = \mathbf{Z} \mathbf{B} + \boldsymbol{\epsilon}$$

$$E(\boldsymbol{\epsilon}) = 0.$$

$$E(\boldsymbol{\epsilon} \boldsymbol{\epsilon}') = \boldsymbol{\Sigma}$$

$\mathbf{Z}_1, \dots, \mathbf{Z}_M$ включают экзогенные (X) и эндогенные (Y) переменные.

1 шаг (совпадает с 1-м шагом 2-х шагового МНК)

Инструментирование всех эндогенных переменных всеми экзогенными. Экзогенные переменные при этом не изменяются

$$\hat{\mathbf{z}}_i = \mathbf{X}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{z}_i$$

2 шаг (совпадает с 2-м шагом 2-х шагового МНК)

Каждый Y в уравнении, кроме Y с коэффициентом 1, заменяется на оценку Y из уравнения регрессии на все X . И оценивается каждое уравнение регрессии.

3 шаг

- Сохраняются остатки каждого из оцененных на 2-м шаге M уравнений, из них составляется матрица E .
- Находится состоятельная оценка ковариационной матрицы ошибок системы уравнений: $\hat{\Sigma} = \frac{E'E}{n}$
- Используется формула обобщенного МНК для нахождения итоговых оценок:

$$\hat{B} = \left\{ \hat{Z}'(\Sigma^{-1} \otimes I)\hat{Z} \right\}^{-1} \hat{Z}'(\Sigma^{-1} \otimes I)y$$

Оценка ковариационной матрицы оценок коэффициентов:

$$\mathbf{V}_{\hat{\mathbf{B}}} = \left\{ \hat{\mathbf{Z}}' (\hat{\mathbf{\Sigma}}^{-1} \otimes \mathbf{I}) \hat{\mathbf{Z}} \right\}^{-1}$$

Примечание: процесс оценки ковариационной матрицы и оценок коэффициентов может быть сделан итерационным.

Пример 1. Переменные

Наблюдения за 1920 - 1941

$$\text{consump} = \beta_0 + \beta_1 \text{wagepriv} + \beta_2 \text{wagegovt} + \epsilon_1$$

$$\text{wagepriv} = \beta_3 + \beta_4 \text{consump} + \beta_5 \text{govt} + \beta_6 \text{capital1} + \epsilon_2$$

yr	year
consump	consumption
profits	private profits
wagepriv	private wage bill
invest	investment
capital1	lagged value of capital stock
totinc	total income/demand
wagegovt	government wage bill
govt	government spending
taxnetx	indirect bus taxes + net export
wagetot	total US wage bill
year	calendar year - 1931
profits1	last year's private profits
totinc1	last year's total income/demand

Пример 1. Оценка уравнений по-отдельности

```
. reg3 ( consump wagepriv wagegovt) ( wagepriv consump govt capital1), ols
```

Multivariate regression

Equation	Obs	Parms	RMSE	"R-sq"	F-Stat	P
consump	22	2	1.60651	0.9567	210.15	0.0000
wagepriv	22	3	1.553524	0.9489	111.33	0.0000

	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
consump						
wagepriv	.9918122	.0678073	14.63	0.000	.8544216	1.129203
wagegovt	.6780964	.2147332	3.16	0.003	.2430055	1.113187
_cons	14.24549	2.045098	6.97	0.000	10.10173	18.38925
wagepriv						
consump	.7742524	.0654305	11.83	0.000	.6416777	.9068272
govt	.4048119	.1969143	2.06	0.047	.0058257	.8037981
capital1	-.0443646	.0356482	-1.24	0.221	-.1165947	.0278656
_cons	1.668479	6.744839	0.25	0.806	-11.99786	15.33482

Пример 1. Оценка уравнений с помощью 2-х шагового МНК

```
. reg3 ( consump wagepriv wagegovt) ( wagepriv consump govt capital1), 2sls
```

Two-stage least-squares regression

Equation	Obs	Parms	RMSE	"R-sq"	F-Stat	P
consump	22	2	1.911394	0.9388	89.83	0.0000
wagepriv	22	3	2.720166	0.8432	21.67	0.0000

	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
consump						
wagepriv	.8012754	.1376629	5.82	0.000	.5223438	1.080207
wagegovt	1.029531	.3280273	3.14	0.003	.3648848	1.694178
_cons	19.3559	3.856336	5.02	0.000	11.54222	27.16958
wagepriv						
consump	.3752562	.2848669	1.32	0.196	-.2019389	.9524514
govt	1.155399	.5996727	1.93	0.062	-.0596528	2.370452
capital1	.0107234	.072061	0.15	0.883	-.1352862	.1567329
_cons	8.443596	12.61305	0.67	0.507	-17.11287	34.00007

Endogenous variables: consump wagepriv

Exogenous variables: wagegovt govt capital1

Пример 1. Оценка уравнений с помощью 3-х шагового МНК

```
. reg3 ( consump wagepriv wagegovt) ( wagepriv consump govt capital1), 3sls
```

Three-stage least-squares regression

Equation	Obs	Parms	RMSE	"R-sq"	chi2	P
consump	22	2	1.776297	0.9388	208.02	0.0000
wagepriv	22	3	2.372443	0.8542	80.04	0.0000

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
consump						
wagepriv	.8012754	.1279329	6.26	0.000	.5505314	1.052019
wagegovt	1.029531	.3048424	3.38	0.001	.432051	1.627011
_cons	19.3559	3.583772	5.40	0.000	12.33184	26.37996
wagepriv						
consump	.4026076	.2567312	1.57	0.117	-.1005764	.9057916
govt	1.177792	.5421253	2.17	0.030	.1152461	2.240338
capital1	-.0281145	.0572111	-0.49	0.623	-.1402462	.0840173
_cons	14.63026	10.26693	1.42	0.154	-5.492552	34.75306

Endogenous variables: consump wagepriv

Exogenous variables: wagegovt govt capital1

Пример 1. Сравнительный анализ оценок OLS, 2-х и 3-х шагового МНК

```
. est tab ols tsls threesls, star(0.1 0.05 0.01)
```

Variable	ols	tsls	threesls
consump			
wagepriv	.99181221***	.8012754***	.8012754***
wagegovt	.67809639***	1.0295312***	1.0295312***
_cons	14.245492***	19.3559***	19.3559***
wagepriv			
consump	.77425243***	.37525621	.40260759
govt	.4048119**	1.1553994*	1.1777921**
capital1	-.04436459	.01072338	-.02811446
_cons	1.6684789	8.4435958	14.630256

legend: * p<.1; ** p<.05; *** p<.01

Пример 2. Модель Клейна

Наблюдения за 1920 - 1941

year	year
c	consumption
p	private profits
wp	private wage bill
wg	government wage bill
w	total US wage bill
i	investment
k	capital stock
y	total income/demand
g	government spending
t	indirect bus taxes + net export
yr	calendar year - 1931

Пример 2. Модель Клейна

$$c = \beta_0 + \beta_1 p + \beta_2 L.p + \beta_3 w + \epsilon_1$$

$$i = \beta_4 + \beta_5 p + \beta_6 L.p + \beta_7 L.k + \epsilon_2$$

$$wp = \beta_8 + \beta_9 y + \beta_{10} L.y + \beta_{11} yr + \epsilon_3$$

$$y = c + i + g$$

$$p = y - t - wp$$

$$k = L.k + i$$

$$w = wg + wp$$

Short name	Long name	Variable definition
c	consump	Consumption
p	profits	Private industry profits
wp	wagepriv	Private wage bill
wg	wagegovt	Government wage bill
w	wagetot	Total wage bill
i	invest	Investment
k	capital	Capital stock
y	totinc	Total income/demand
g	govt	Government spending
t	taxnetx	Indirect bus. taxes + net exports
yr	year	Year—1931

Пример 2. Модель Клейна. Оценка уравнений по-отдельности

```
. reg3 (c p L.p w) (i p L.p L.k) (wp y L.y yr), endog(w p y) exog(t wg g) ols
```

Multivariate regression

Equation	Obs	Parms	RMSE	"R-sq"	F-Stat	P
c	21	3	1.02554	0.9810	292.71	0.0000
i	21	3	1.009447	0.9313	76.88	0.0000
wp	21	3	.7671466	0.9874	444.57	0.0000

	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
c						
	p					
	--.	.1929343	2.12	0.039	.0098223	.3760464
	L1.	.0898847	0.99	0.326	-.0920987	.271868
	w	.7962188	19.93	0.000	.716028	.8764095
i	_cons	16.2366	12.46	0.000	13.62133	18.85188
	p					
	--.	.4796356	4.94	0.000	.28467	.6746012
	L1.	.3330387	3.30	0.002	.1305554	.535522
k						
	L1.	-.1117947	-4.18	0.000	-.1654525	-.0581369
	_cons	10.12579	1.85	0.070	-.8467494	21.09833
wp						
	y					
	--.	.4394769	13.56	0.000	.374416	.5045378
	L1.	.14609	3.90	0.000	.07096	.22122
	yr	.1302452	4.08	0.000	.0661826	.1943077
	_cons	1.497043	1.18	0.244	-1.052651	4.046737

Пример 2. Модель Клейна. Оценка уравнений с помощью 2-х шагового МНК

```
. reg3 (c p L.p w) (i p L.p L.k) (wp y L.y yr), endog(w p y) exog(t wg g) 2sls
```

Two-stage least-squares regression

Equation	Obs	Parms	RMSE	"R-sq"	F-Stat	P
c	21	3	1.135659	0.9767	225.93	0.0000
i	21	3	1.307149	0.8849	41.20	0.0000
wp	21	3	.7671548	0.9874	424.19	0.0000

	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
c						
p						
--.	.0173022	.1312046	0.13	0.896	-.246102	.2807064
L1.	.2162338	.1192217	1.81	0.076	-.0231137	.4555814
w	.8101827	.0447351	18.11	0.000	.7203733	.8999921
_cons	16.55476	1.467979	11.28	0.000	13.60767	19.50185
i						
p						
--.	.1502219	.1925335	0.78	0.439	-.2363053	.5367491
L1.	.6159434	.1809258	3.40	0.001	.2527198	.9791671
k						
L1.	-.1577876	.0401521	-3.93	0.000	-.2383963	-.077179
_cons	20.27821	8.383247	2.42	0.019	3.448138	37.10828
wp						
y						
--.	.4388591	.0396026	11.08	0.000	.3593535	.5183646
L1.	.1466739	.0431639	3.40	0.001	.0600187	.233329
yr	.1303956	.0323884	4.03	0.000	.0653733	.195418
_cons	1.500296	1.275686	1.18	0.245	-1.06075	4.061342

Endogenous variables: c i wp w p y

Exogenous variables: L.p L.k L.y yr t wg g

Пример 2. Модель Клейна. Оценка уравнений с помощью 3-х шагового МНК

```
. reg3 (c p L.p w) (i p L.p L.k) (wp y L.y yr), endog(w p y) exog(t wg g) 3sls
```

Three-stage least-squares regression

Equation	Obs	Parms	RMSE	"R-sq"	chi2	P
c	21	3	.9443305	0.9801	864.59	0.0000
i	21	3	1.446736	0.8258	162.98	0.0000
wp	21	3	.7211282	0.9863	1594.75	0.0000

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
c						
	p					
	--.	.1248904	1.16	0.248	-.0870387	.3368194
	L1.	.1631439	1.62	0.104	-.0337113	.3599992
w						
	_cons	.790081	20.83	0.000	.715724	.8644379
i						
	p					
	--.	-.0130791	-0.08	0.936	-.3303898	.3042316
	L1.	.7557238	4.94	0.000	.4559805	1.055467
k						
	L1.	-.1948482	-5.99	0.000	-.2586072	-.1310893
_cons						
		28.17785	4.15	0.000	14.86231	41.49339
wp						
	y					
	--.	.4004919	12.59	0.000	.3381388	.462845
	L1.	.181291	5.31	0.000	.1143411	.2482409
yr						
	_cons	.149674	5.36	0.000	.094922	.2044261
_cons						
		1.797216	1.61	0.107	-.3898181	3.984251

Endogenous variables: c i wp w p y

Exogenous variables: L.p L.k L.y yr t wg g

Пример 2. Сравнительный анализ оценок OLS, 2-х и 3-х шагового МНК

```
. est tab ols twosls threesls, star(0.1 0.05 0.01)
```

Variable	ols	twosls	threesls
c			
p			
--.	.19293435**	.01730217	.12489037
L1.	.08988469	.21623384*	.16314393
w	.79621877***	.81018271***	.79008096***
_cons	16.236603***	16.554759***	16.440793***
i			
p			
--.	.4796356***	.15022192	-.01307908
L1.	.3330387***	.61594344***	.75572382***
k			
L1.	-.1117947***	-.15778763***	-.19484825***
_cons	10.125792*	20.278208**	28.177848***
wp			
y			
--.	.43947694***	.43885905***	.4004919***
L1.	.14609***	.14667385***	.18129102***
yr	.13024517***	.13039562***	.14967403***
_cons	1.497043	1.500296	1.7972162

legend: * p<.1; ** p<.05; *** p<.01

Внешне не связанные уравнения (SUR – seemingly unrelated regressions)

Частный случай системы одновременных уравнений, когда в правой части нет эндогенных переменных (Y), а только экзогенные (X).

Оценки SUR более эффективны, чем оценки оцененных по-отдельности уравнений.

Пример 3.

Наблюдения для 74 машин

make	Make and Model
price	Price
mpg	Mileage (mpg)
rep78	Repair Record 1978
headroom	Headroom (in.)
trunk	Trunk space (cu. ft.)
weight	Weight (lbs.)
length	Length (in.)
turn	Turn Circle (ft.)
displacement	Displacement (cu. in.)
gear_ratio	Gear Ratio
foreign	Car type

Пример 3. Оценка системы уравнений

```
. sureg (price foreign weight length) (mpg foreign weight) (displ foreign weight)
```

Seemingly unrelated regression

Equation	Obs	Parms	RMSE	"R-sq"	chi2	P
price	74	3	1967.769	0.5488	89.74	0.0000
mpg	74	2	3.337283	0.6627	145.39	0.0000
displacement	74	2	39.60002	0.8115	318.62	0.0000

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
price						
foreign	3575.26	621.7961	5.75	0.000	2356.562	4793.958
weight	5.691462	.9205043	6.18	0.000	3.887307	7.495618
length	-88.27114	31.4167	-2.81	0.005	-149.8467	-26.69554
_cons	4506.212	3588.044	1.26	0.209	-2526.225	11538.65
mpg						
foreign	-1.650029	1.053958	-1.57	0.117	-3.715748	.4156902
weight	-.0065879	.0006241	-10.56	0.000	-.007811	-.0053647
_cons	41.6797	2.121197	19.65	0.000	37.52223	45.83717
displacement						
foreign	-25.6127	12.50621	-2.05	0.041	-50.12441	-1.100984
weight	.0967549	.0074051	13.07	0.000	.0822411	.1112686
_cons	-87.23548	25.17001	-3.47	0.001	-136.5678	-37.90317

Пример 3. Оценка уравнений по-отдельности

. reg price foreign weight length

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	74
				F(3, 70)	=	28.39
Model	348565467	3	116188489	Prob > F	=	0.0000
Residual	286499930	70	4092856.14	R-squared	=	0.5489
				Adj R-squared	=	0.5295
Total	635065396	73	8699525.97	Root MSE	=	2023.1

price	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
foreign	3573.092	639.328	5.59	0.000	2297.992	4848.191
weight	5.774712	.9594168	6.02	0.000	3.861215	7.688208
length	-91.37083	32.82833	-2.78	0.007	-156.8449	-25.89679
_cons	4838.021	3742.01	1.29	0.200	-2625.183	12301.22

Пример 3. Оценка уравнений по-отдельности

```
. reg mpg foreign weight
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	74
Model	1619.2877	2	809.643849	F(2, 71)	=	69.75
Residual	824.171761	71	11.608053	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.6627
				Adj R-squared	=	0.6532
Total	2443.45946	73	33.4720474	Root MSE	=	3.4071

mpg	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
foreign	-1.650029	1.075994	-1.53	0.130	-3.7955	.4954422
weight	-.0065879	.0006371	-10.34	0.000	-.0078583	-.0053175
_cons	41.6797	2.165547	19.25	0.000	37.36172	45.99768

Пример 3. Оценка уравнений по-отдельности

```
. reg displ foreign weight
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	74
				F(2, 71)	=	152.85
Model	499643.527	2	249821.763	Prob > F	=	0.0000
Residual	116043.933	71	1634.42159	R-squared	=	0.8115
				Adj R-squared	=	0.8062
Total	615687.459	73	8434.07479	Root MSE	=	40.428

displacement	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
foreign	-25.6127	12.76769	-2.01	0.049	-51.07074	-.1546505
weight	.0967549	.0075599	12.80	0.000	.0816807	.111829
_cons	-87.23548	25.69627	-3.39	0.001	-138.4724	-35.99858

Пример 3. Сравнительный анализ

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
price						
foreign	3575.26	621.7961	5.75	0.000	2356.562	4793.958
weight	5.691462	.9205043	6.18	0.000	3.887307	7.495618
length	-88.27114	31.4167	-2.81	0.005	-149.8467	-26.69554
_cons	4506.212	3588.044	1.26	0.209	-2526.225	11538.65
mpg						
foreign	-1.650029	1.053958	-1.57	0.117	-3.715748	.4156902
weight	-.0065879	.0006241	-10.56	0.000	-.007811	-.0053647
_cons	41.6797	2.121197	19.65	0.000	37.52223	45.83717
displacement						
foreign	-25.6127	12.50621	-2.05	0.041	-50.12441	-1.100984
weight	.0967549	.0074051	13.07	0.000	.0822411	.1112686
_cons	-87.23548	25.17001	-3.47	0.001	-136.5678	-37.90317

Пример 3. Сравнительный анализ

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
price						
foreign	3575.26	621.7961	5.75	0.000	2356.562	4793.958
weight	5.691462	.9205043	6.18	0.000	3.887307	7.495618
length	-88.27114	31.4167	-2.81	0.005	-149.8467	-26.69554
_cons	4506.212	3588.044	1.26	0.209	-2526.225	11538.65
mpg						
foreign	-1.650029	1.053958	-1.57	0.117	-3.715748	.4156902
weight	-.0065879	.0006241	-10.56	0.000	-.007811	-.0053647
_cons	41.6797	2.121197	19.65	0.000	37.52223	45.83717
displacement						
foreign	-25.6127	12.50621	-2.05	0.041	-50.12441	-1.100984
weight	.0967549	.0074051	13.07	0.000	.0822411	.1112686
_cons	-87.23548	25.17001	-3.47	0.001	-136.5678	-37.90317
price						
	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
foreign	3573.092	639.328	5.59	0.000	2297.992	4848.191
weight	5.774712	.9594168	6.02	0.000	3.861215	7.688208
length	-91.37083	32.82833	-2.78	0.007	-156.8449	-25.89679
_cons	4838.021	3742.01	1.29	0.200	-2625.183	12301.22

Пример 3. Сравнительный анализ

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
price						
foreign	3575.26	621.7961	5.75	0.000	2356.562	4793.958
weight	5.691462	.9205043	6.18	0.000	3.887307	7.495618
length	-88.27114	31.4167	-2.81	0.005	-149.8467	-26.69554
_cons	4506.212	3588.044	1.26	0.209	-2526.225	11538.65
mpg						
foreign	-1.650029	1.053958	-1.57	0.117	-3.715748	.4156902
weight	-.0065879	.0006241	-10.56	0.000	-.007811	-.0053647
_cons	41.6797	2.121197	19.65	0.000	37.52223	45.83717
displacement						
foreign	-25.6127	12.50621	-2.05	0.041	-50.12441	-1.100984
weight	.0967549	.0074051	13.07	0.000	.0822411	.1112686
_cons	-87.23548	25.17001	-3.47	0.001	-136.5678	-37.90317

mpg	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
foreign	-1.650029	1.075994	-1.53	0.130	-3.7955	.4954422
weight	-.0065879	.0006371	-10.34	0.000	-.0078583	-.0053175
_cons	41.6797	2.165547	19.25	0.000	37.36172	45.99768

Пример 3. Сравнительный анализ

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
price						
foreign	3575.26	621.7961	5.75	0.000	2356.562	4793.958
weight	5.691462	.9205043	6.18	0.000	3.887307	7.495618
length	-88.27114	31.4167	-2.81	0.005	-149.8467	-26.69554
_cons	4506.212	3588.044	1.26	0.209	-2526.225	11538.65
mpg						
foreign	-1.650029	1.053958	-1.57	0.117	-3.715748	.4156902
weight	-.0065879	.0006241	-10.56	0.000	-.007811	-.0053647
_cons	41.6797	2.121197	19.65	0.000	37.52223	45.83717
displacement						
foreign	-25.6127	12.50621	-2.05	0.041	-50.12441	-1.100984
weight	.0967549	.0074051	13.07	0.000	.0822411	.1112686
_cons	-87.23548	25.17001	-3.47	0.001	-136.5678	-37.90317

displacement	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
foreign	-25.6127	12.76769	-2.01	0.049	-51.07074	-.1546505
weight	.0967549	.0075599	12.80	0.000	.0816807	.111829
_cons	-87.23548	25.69627	-3.39	0.001	-138.4724	-35.99858



NATIONAL RESEARCH
UNIVERSITY

Thank you for your attention!

20, Myasnitskaya str., Moscow, Russia, 101000
Tel.: +7 (495) 628-8829, Fax: +7 (495) 628-7931
www.hse.ru